

煙流動状況の把握と煙流動シミュレーションに関する調査検証

(第3報)

竪穴区画における温度分布と熱気流の変化について

飯田 明彦*, 森尻 宏**, 富田 功***, 藤田 栄一郎*, 菅原 洋一****

概要

本研究に関連して、火災シミュレーションの消防業務への適用を検討するため、比較的単純な実験条件で実施された実大火災実験で得られた温度変化、煙流動変化等の結果について火災性状予測計算結果との比較・検証を実施してきた。

当報告では、火災シミュレーションソフト (FDS: Fire Dynamics Simulator) を使用して、火災シミュレーション上で、より複雑な条件の火災を再現することの可否を確認することを目的として、燃焼パターンと開口部の開閉条件の変化を竪穴区画について、実大火災実験で得られた温度変化、煙流動変化等の結果を熱気流の挙動として実験値と計算値を比較・検討した。

1 はじめに

近年、より複雑化しつつある多種多様な火災の危険性を明らかにするために、実大規模の火災実験を実施することが有効な手段になっている。

しかし、実大規模の火災実験には、建物構造、実験施設の整備、消火、廃棄物等の処理等に要する様々な物的、時間的、人的な要素による制約がある。また、複雑な火災現象を再現するために必要な複雑な要素を導入するためには、可燃物の燃焼量、出火位置、開口部の開閉状況、その他の応用的変化等の様々なパターンを考慮しなければならないといった問題がある。

コンピュータ関連技術の進展により、ハード・ウェアの高速・大容量化が図られ、従来困難とされていた計算機技術の利用が市販のパソコンにおいても、実現できるようになりつつある。この現状から火災シミュレーション技術の活用がこれらの実大火災実験の限界と制約を解決する方策のひとつとして期待される。

本報告では、現状の火災シミュレーション技術を把握することを目的とし、これまでも実大規模の火災実験の結果と計算結果との比較・検討¹⁾を行ってきた。当報告では、竪穴区画火災を想定した実大規模火災実験を対象として、非正常火源と階層の異なる開口部開閉を考慮した、熱・煙流動状況について数値流体計算をコンピュータで実施した結果について検討する。

2 実験及び計算概要

平成14年に報告した竪穴区画内の火災性状を課題とした実大火災実験²⁾は、階段室1階部分で様々な可燃物を単品若しくは複数の組み合わせで燃焼させ、熱量、煙、ガス(酸素等)濃度、圧力、煙濃度(光量)、ビデオ映像による視認状況等をそれぞれ記録し、各実験における危険性に関するデータのサンプリングを行ったものである。

今回はそのうち基礎実験として単一種類の火源としたものを扱い、熱気流の挙動を温度変化から検討した。

(1) 燃焼実験



写真1 実験建物

(左: 4.5階のペントハウス、右: 施工後の竪穴区画)

* 装備技術課 ** 危険物質検証課 *** 秋川消防署 **** 装備安全課

表 1 実験設定

実験名称	実験① (基礎実験1)	実験② (基礎実験7)	実験③ (基礎実験8)
燃焼物	ビールケース 1 (ポリプロピレン)	1単位クリブ (杉材)	2単位クリブ (杉材)
開口部の設定	①1階入口のみ開放 ②一定時間後、3階居室の開口部を開放(1020秒後)	①1階入口のみ開放 ②階段室のドアは3階居室入口のみ開放(300秒後) ③ペントハウスの窓を開放(420秒後) ④階段室1階入口を閉鎖(540秒後)	
発熱速度	非定常最大 202kW (図2a参照)	非定常最大 3000kW (図2b参照)	非定常最大 3703kW (図2c参照)

ア 実験施設の施工

東京都港区港南四丁目都営芝浦第2アパート12号棟の開放型階段室部分を改造(写真1右)し、幅 7.5m(W) × 22.8m(L) × 3.6m(H)の区画を設定し、堅穴区画(図1)を想定した。

建物は昭和38年に建築された耐火4階建てで、合計3個所の屋外開放型の階段室を有する階段室タイプの共同住宅である。

堅穴区画を設定するため、屋外開放型の階段をALC板(軽量気泡コンクリート板)で覆い、屋内階段とした。また、各階に観測用の0.70m四方の耐熱性ガラス窓を取り付けた。堅穴区画の最上部にはペントハウスのドアを想定した0.90m × 1.20mの開閉窓(写真1左)を設置した。

1回の実験では1階から4階までの片側の居室のみを用い、実験対象外の防火扉等の不要な開口部も閉鎖し、これを不燃ボード及びステンレス板で覆うことで堅穴区画そのものが不燃区画となるよう施工した。

イ 実験内容

(7) 実験種別

実験室内の温度、ガス濃度、ビデオ映像による視認状況等をそれぞれ記録し、データの集計を行った。

① 実験①(個別実験1)

ビールケース 1個(ポリプロピレン製)
重量 約 2.0 kg

② 実験②(個別実験7)

消火第2模型(1単位クリブ) 1個(杉材)
重量 約 25 kg、寸法 0.73 × 0.73 × 0.73m

③ 実験③(個別実験8)

消火第1模型(2単位クリブ) 1個(杉材)
重量 約 50 kg、寸法 0.90 × 0.90 × 0.90m

(i) 開口部等設定条件

図1中の斜線部で示す、1階入口、3階居室入口、4.5階ペントハウスに開口部を設定した。各実験いずれ

においても、実験開始時は1階入口を開放状態、3階居室入口、4.5階ペントハウスを閉鎖状態とした。実験開始からの開口部の開閉操作は表1中の開口部の設定に示す①~④のように行った。その他の開口部は実験対象外として、開閉操作をせず、閉鎖したまま実験を実施した。

(ウ) 堅穴区画内温度の測定

測定は、それぞれの計測機器の電圧出力がデータロガーを経由し、AD変換された値として収録した。0.32mmアルメルクロメル熱電対(ガラスウール被覆)を用い、実験区画内の中心軸上に、各階層及び踊場の床面から1.0m、2.1mの部分、計15ヶ所についての温度を測定した。(TK-1~TK-15)

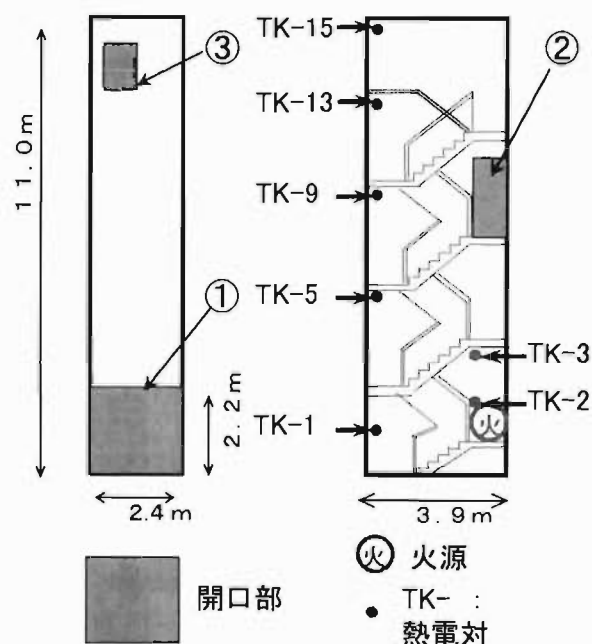


図1 実験建物の堅穴区画部分の模式図

斜線部分は、開閉条件を検討した開口部で、

①1階入口 ②3階居室入口 ③4.5階ペントハウス

(2) FDSによる数値計算時の設定

本報告で用いた計算コードは米国、国立標準技術研究所(National Institute of Standard and Technology)において開発されたFire Dynamics Simulator(以下「FDS」という)。FDSは、現在各国の研究機関でその計算結果の適用可能性の検証が行われており、今回はver.4.0を使用した。採用されている主な計算手法は表2に示す通りで、放射熱伝達も考慮している。計算結果は専用ソフト(スモークビュー)で3次元表示することができ、後の数値計算結果との比較にも使用できる。

実験建物の堅穴区画部分を対象とした、実験①~③において、今回の実験を検証するための計算条件は、以下ア~エに記したように設定した。

ア 計算格子

直交座標系を用い、計算空間（表2）を等間隔の単純格子 205,920 点（=39(x)×24(y)×220(z)）で設定した。格子幅は 0.1×0.1×0.05m とした。

イ 初期条件

初期条件は、当時の個別実験実施時相当の気温 27.0℃を摘要した。また速度は全領域で 0m/s とし、開口部からの流入、流出は大気開放条件とした。

ウ 火源条件

火源条件として、燃焼位置は図1に示したように区画内 1.5階居室前とした。燃焼継続時間は、実験①では 1200 秒とし、実験②、③では 720 秒とした。

燃焼時の発熱速度は様々な条件に左右されるため、実験で用いた非常燃焼を再現するため表1に示す発熱速度を最大値^{3),4)}と、実際に火源から直接測定した熱流束の変化(図2、実線)のパターンを利用した。熱流束の最大値を 100%として、図2上の破線で示したように、発熱速度の変化のパターンに反映させたものである。

なお、FDS では燃焼モデルに混合分率モデルを採用し、燃焼に伴う化学反応における種々の物理量を代数的関係で扱っており、酸素濃度が 15%以下になると燃焼が継続されない鎮火モデルも実装している。

エ 境界条件

壁面の速度境界条件は、ハーフスリップ、伝熱に関しては壁面内部で垂直な方向に一次元熱伝導方程式を解いた。天井、壁、床の材質は、全てコンクリート（熱伝導率 1.0 W/m/K 熱拡散率 $5.7 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ）とした。

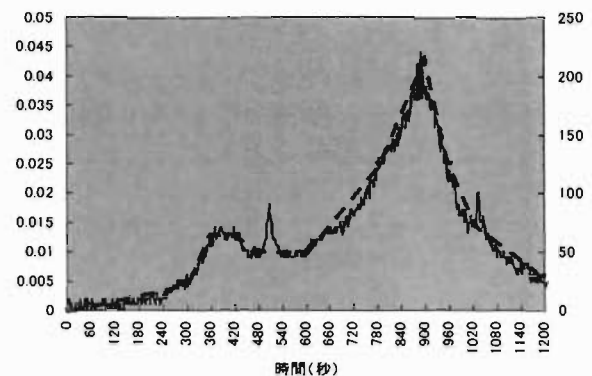
表2 計算設定

計算コード	Fire Dynamics Simulator (FDS) ver. 4
計算手法	有限体積法
計算空間寸法	高さ 11.400m×長さ 3.6m×幅 2.4m
計算格子数	39×24×220=205,920 点
初期条件	速度 0、圧力 0 温度は実験開始時の温度 27℃
壁面境界条件	ハーフスリップ 失熱は一次元熱伝導方程式による
外部境界条件	大気開放条件
乱流モデル	ラージ・エディ・シミュレーション
燃焼モデル	混合分率モデル

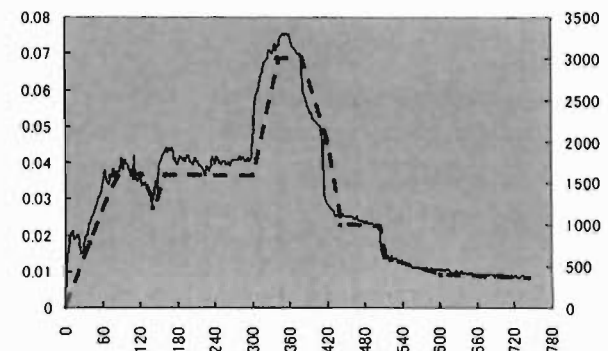
4 実験及び計算結果

各実験で計測した温度については、実験室中心軸上に設置した TK-1~TK-15 のうち、火源直近の 2 点を含め、実験建物北側計 7 点 (TK-1, TK-2, TK-3, TK-5, TK-9,

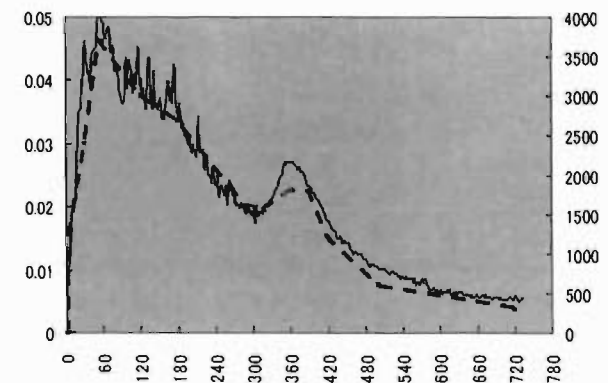
TK-13, TK-15) を検討対象として、図3に示す。FDS を用いて数値計算を行った結果についても各設定点と同じグラフ上に変化の推移を示した。



a) 実験①(ビールケースの発熱速度の変化)



b) 実験②(1単位クリブの発熱速度の変化)



c) 実験③(2単位クリブの発熱速度の変化)

図2 各実験の火源別の熱流束(実線:左側目盛[W/cm²])と数値計算で設定した発熱速度(破線:右側目盛[kW])

(1) 実験①

オイルパン内に不燃ボードを敷き、ビールケースを置いた。ビールケースの底部手前左側角にガスライターの炎を 90 秒間接炎した。接炎後、溶融しながらゆっくりと燃焼範囲が広がっていく。約 240 秒で炎がビールケース上部に到達する。溶融物はオイルパン内に広がり、底面で燃焼し、次第に広範囲へ延焼し始める。470 秒後、

燃え残り部分が倒れ、540 秒後には形状が崩れる。600 秒経過後、階段室内は4階まで薄い白煙が充滿するが、燃焼場所の温度は70℃程度である。

720 秒頃から、溶融物が激しく燃焼をはじめ、多量の黒煙と熱を発生する。着火 960 秒後に、1階の温度は195℃へと急激に上昇する。

1020 秒後に防火戸を開けると、煙は居室に流入する。

階段1階部分のガス濃度は、酸素が17.4%、一酸化炭素が385ppmであった。なお、この実験では二酸化炭素濃度が930秒に初期設定した測定範囲を超えた。

各測定点の温度変化について温度変化の推移を見ていくとTK-1は初期値からはさほど変化は見られない。実験では、930秒ほどで最大値30℃になる。計算値は180秒ほどで上昇し始め、400秒で最初のピーク、32℃、900秒で2度目のピーク、41℃になる。

TK-2は実験では、200秒経過してから上昇し始め、430秒で最初のピーク、70℃、900秒で2度目のピークで209℃になる。計算値でも同様の経過を辿るが、それぞれ約50℃、90℃になり、温度のピークの位置はほぼ同じである。1020秒で開口部が閉鎖すると、いずれも急激な温度の低下を示す。

TK-3, 5, 9はいずれも同様の変化を示し、最初のピークでは実験値では、それぞれ101℃、76℃、50℃となり、計算値はそれより25～10℃ほど高く算出される。第2のピーク(最大値)がそれぞれ約284℃、約187℃、約98℃となり双方が近い値になる。TK-2と同様の変化のパターンを示すが、開口部開放時(1020秒)は実験値と比較して、著しい温度降下(50℃以上)が認められる。

TK-13は温度変化の幅は25℃程度で実験値は最大50℃に達するが600秒以降、実験値と計算値の差は大きくなる。

TK-15は温度変化の幅は25℃程度で実験値は最大50℃に達する点ではTK-13と同様だが、1020秒(開口部開放)以降はあまり一致しなくなる。

全体として、温度が最大値に達するまでは計算値が高めに見積もられ、それ以降は特に火源近くの温度変化により一致が見られるが、境界条件が変化した後、両者の差は顕著になる。

(2) 実験②

1 単位クリブ(含水率12%)の下に、助燃剤(IPA600cc)の入ったオイルパンを置き、ライターで着火した。

助燃剤の燃焼は90秒でほぼ終了し、約3mの円錐状の火炎を上げながら燃焼した。

300秒経過後、3階居室の窓を開放すると、階段室の煙は一気に薄れる。360秒でクリブの一部が崩れる。420秒経過後、ペントハウスの窓を開放する。クリブはこの頃から0.20mほどの火炎となり、燃焼を継続する。

火源からの受熱量は(図2b)、300秒を境に

0.041W/cm²から0.076W/cm²へと、3階の窓を開放することにより2倍近くなる。その後、可燃物量の減少とともに発熱量は急激に減少する。

各測定点の温度変化(図3)に注目すると、温度変化の推移を見ていくと、TK-1については、いずれも時間経過に伴う温度変化はあまりなく、初期値とほとんど同じである。

TK-2では60秒(189℃)までは、実験値、計算値は共に同様な温度上昇を示すが、実験ではその後、約300℃でほぼ安定するのに対し、計算では約100℃まで低下する。300秒後開口部が開放されてから、実験値、計算値は相互に逆の増減を示す。

TK-3では、いずれの数値も0-60秒のピークに達するまでは、時間経過に伴い、温度変化は同様の経過をたどる。最大約750℃まで昇温する。その後、実験値は緩やかに低下し、330秒後に若干上昇した後、低下していく。420秒後には158℃に達する。540秒後には再度上昇するが、約180℃から80℃まで緩やかに降下していく。計算値では、70秒以降、温度が低下し、150秒後には200℃を割ってしまい、このまま300秒まで推移する。この後、開口部が開放されると、急激な温度上昇が生じるが、次第に若干高温側に見積もられるも、実験値と同様に緩やかに温度が低下し、420秒後においては、両数値とも137℃に達する。これ以降、温度の変化に同様の傾向が見られるが、計算値の方が200-350℃ほどの高温側に見積もられる。

TK-5では、TK-3と同様に変化し、最大435℃になる。その後、実験値では緩やかに低下し、330秒後に若干上昇した後、再び温度が低下に転じ、420秒後には130℃ほどまで低下し、540秒後には再度上昇し、129℃から84℃まで緩やかに降下していく。

計算値では、60秒以降、温度が低下し、154℃(150秒後)に達した後、このまま300秒まで推移する。この後、開口部が開放されると、急激な温度上昇が生じるが、次第に若干高温側に見積もられる。実験値と同様に緩やかに温度が低下し、420秒後においては、両数値とも137℃に達する。これ以降、温度の変化に同様の傾向が見られるが、計算値の方が100-200℃ほどの高温側に見積もられる。

TK-9では実験では50秒経過してから上昇し始め、300秒後開口部を開放するまで、緩やかに温度上昇し、330秒で最高温度191℃に達した後、緩やかな低下傾向を示す。計算値では20秒経過してから上昇を始め、60秒で150℃に達した後、一旦180秒で90℃近くまで降下し、そのまま300秒まで推移する。開口部を開放すると、一旦急激な昇温を示し、360秒で285℃に達した後、緩やかに降下する。実験値より高い温度で推移する。

TK-13では50秒くらいで上昇し始め、実験では開口部を開放してから更に急に温度上昇し、95℃まで達した後緩やかに降下する。計算値も同様な傾向を示すが、低

温側に見積もられ、460 秒以降は双方ほぼ同様な変化を示す。

TK-15 では 50 秒経過してから上昇し始める。実験では開口部を開放してから更に急に温度上昇し、128℃まで達した後緩やかに降温する。計算値も同様な傾向を示すが、低温側に見積もられ、最大で 100℃近い差が生じるが、460 秒以降は双方ほぼ同様な変化を示す。

全体として、0-60 秒では数値的にもここで示した温度測定点で非常によい一致を示す。60-90 秒以降では、急激な温度低下が見られ、特に TK-3 では実験値と計算値との差（最大 430℃ほど）が最も著しい。TK-9 より高い位置の測定点では、実験値の変化幅（全体で 180℃の範囲内）が小さくなり、温度変化の顕著な変動は確認しにくくなる。

(3) 実験③

2 単位クリブ（含水率 12%）の下に、助燃剤（IPA600cc）の入ったオイルパンを置き、ライターで着火した。

助燃剤の燃焼は 90 秒でほぼ終了し、クリブは天井面まで達する円柱状の火炎を上げながら燃焼する。300 秒経過後、3 階居室の窓を開放すると、燃焼は急激に拡大する。燃焼場所の温度は 311 秒に 896℃まで上昇した。その後、階段室の温度はクリブの燃焼力が落ちるとともに、急激に低下する。420 秒経過後、ペントハウスの窓を開放する。クリブはこのころから 0.20m ほどの火炎となり、燃焼を継続する。

燃焼場所の受熱量（図 2 c）を観ると、助燃剤が燃え終わった 90 秒後には、0.05W/cm² だったものが、180 秒まではほぼ定常に燃焼し、180～300 秒にかけて 0.02W/cm² までゆっくりと低下した。300 秒に 3 階窓を開放したのをきっかけに、0.028W/cm² まで上昇するが、360 秒後からクリブが燃え尽きるまで次第に低下した。

実験②と同様に变化するが、計算値ではより急激な温度上昇になってしまう。TK-1 については、いずれも時間経過に伴う温度変化はあまりなく、初期値とほとんど同じである。TK-2 の場合、温度上昇、降下のいずれのパターンについても実験と計算値では正反対で一致が見られない。TK-3、5 ではいずれも相対的な変化のパターンは似通っているが、0-60 秒では実験値（それぞれ 600℃、400℃）では最高温度それぞれ約 750℃、約 400℃まで達した後、緩やかに上昇していく。このあたりでは、120-300 秒区間においては、計算ではそれぞれ 300℃、200℃で推移し、実験値との差は最大 250℃にもなる。

3 階開口部が開放される 300 秒では実験値、計算値のいずれも、温度が上昇する。計算では一瞬急激に升温するが、すぐにベースラインまで戻ってから、緩やかに上昇する。380 秒くらいで再度低下し始めるが、この時の温度変化の傾向は実験値、計算値ともに同様の結果にな

る。その後、460 秒でいずれも約 200℃程度で推移し、540 秒で 1 階入口開口部を閉鎖した時は、この位置で昇温するが、実験値では 200℃くらいで推移するが、計算値では急激に上昇し、それぞれ約 800℃、400℃くらいになり、緩やかに降下する。

TK-9 では実験では 50 秒ほど経過してから上昇し始め、300 秒後開口部を開放するまで、温度は 200℃まで緩やかな上昇を示す。330 秒で最高温度 280℃に達し、緩やかに低下する。計算値では燃焼開始から 20 秒で上昇を始め、60 秒で 200℃に達する。その後 120 秒で 100℃近くまで降下し、そのまま 300 秒まで推移する。開口部を開放すると、一旦急激に昇温、降下し、360 秒で 250℃に達した後、緩やかに降下するが、実験値より高い温度で推移する。

TK-13 では 50 秒ほど経過してから上昇し始める。実験では開口部を開放してから更に急に温度上昇し、150℃近くまで達した後、緩やかに降温する。計算値も同様な傾向を示すが、より低温側に見積もられ、460 秒以降は双方ほぼ同様な変化を示す。

TK-15 では 50 秒ほど経過してから上昇し始め、実験では開口部を開放してから更に急に温度上昇し、200℃近くまで達した後、緩やかに降温する。計算値も同様な傾向を示すが、より低温側に見積もられ、最大で 100℃近い差が生じるが、460 秒以降は双方ほぼ同様な変化を示す。

全体として、0-60 秒では計算結果は急激に上昇するため、高めに見積もられてしまうが、温度上昇は両者とも同様な傾向を示す。60-90 秒以降では、急激な温度低下が見られ、特に TK-3 では実験値と計算値との差（最大 250℃ほど）が最も著しく、両者の差は極端なものになってしまう。TK-13 より高い位置の測定点では、実験値の変化幅（全体で 200℃の範囲内）が小さくなり、温度変化の顕著な変動は特定しにくくなる。

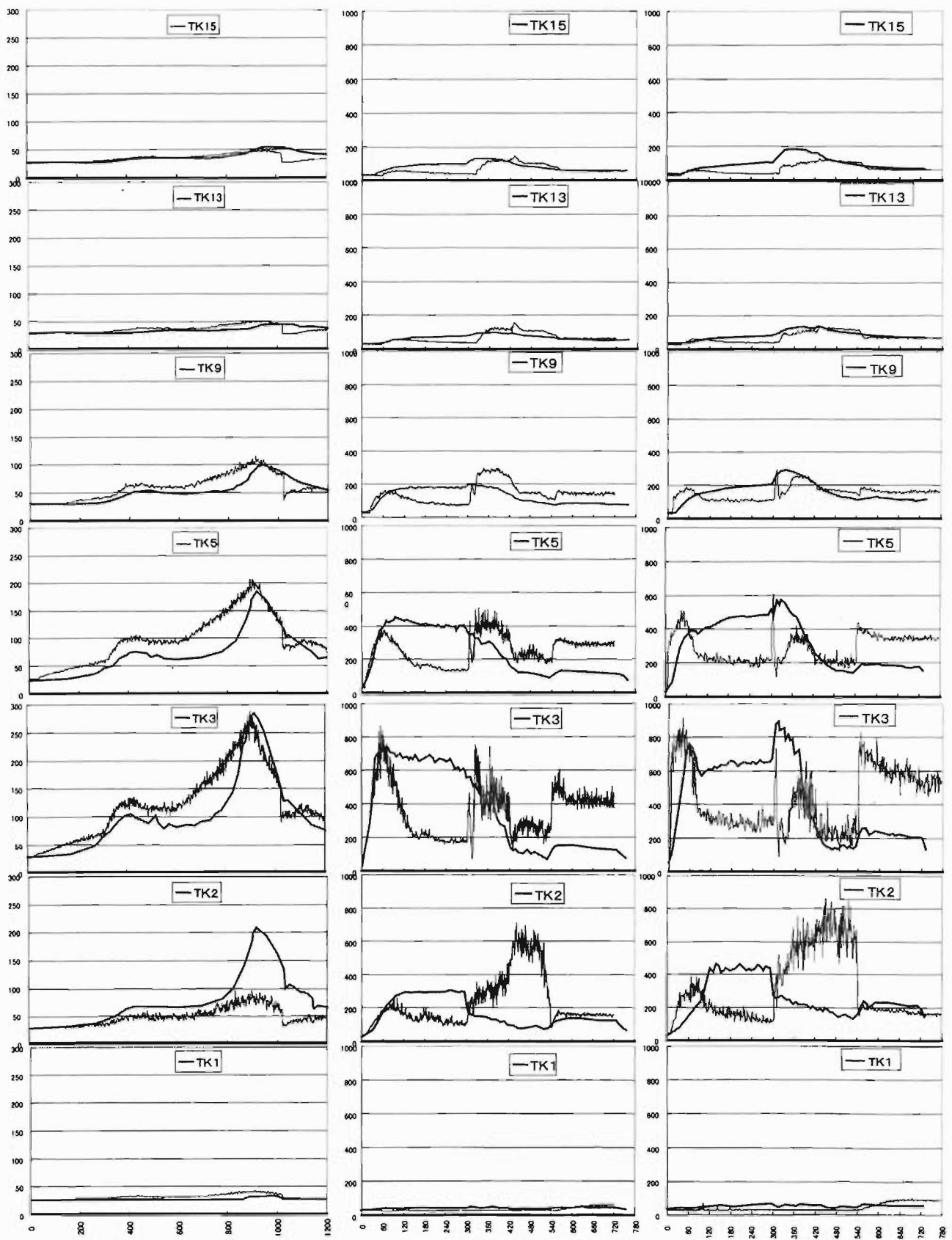
5 考察

壁穴区画を想定した実験について、階層の異なる開口部の開閉を加味した、火源をそれぞれの燃焼パターンと同様な変化を与えた場合の FDS による数値計算結果を比較した。

(1) 境界条件変更前（0-300 秒、実験①は 0-1020 秒）

前述の結果に示すとおり、温度の変化は必ずしも一致するとは述べられないが、いずれの実験においても初期はほぼ同様の温度で推移するか、同様な変化を示す。クリブを燃やした実験②、③の計算値はピークに達した後、実験値と比較して著しく温度が低下し、強い燃焼は継続されない。

このことは実験②、③の計算上（図 4、火源直近の酸素濃度）、60 秒以降では酸素濃度がほぼ 0% になることから、燃焼が継続されないことになってしまうことが原因と考えられる。この燃焼範囲は FDS の解説書^{5),6)}にも記述されており、燃焼モデルの特徴と考えられる。



a) 実験①

b) 実験②

c) 実験③

図3 各実験における測定点ごとの温度変化（太線：実験値、細線：計算値）

一方、酸素濃度が 10% を下回らない (図 4)、実験①では特に火源近く (TK-2, 3) の温度変化は最初のピークの数値は差があるものの、最高温度や温度変化の傾向は実験②、③に比べ、実験値の変化の傾向に整合性が認められる。

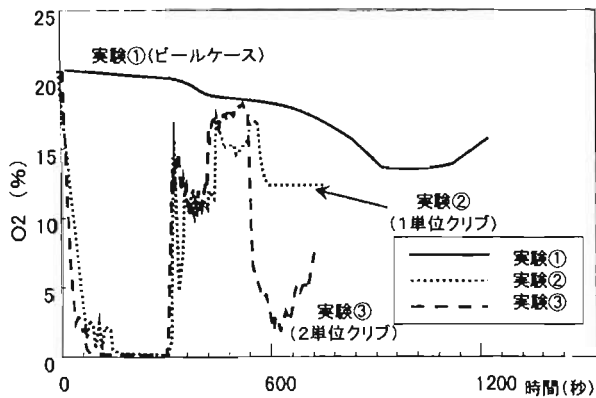


図 4 階段室 1 階付近の酸素濃度変化

このことは、非定常の火源であっても、今回対象としたサイズの区画では 250kW 程度の火源であれば、比較的溫度変化の一致を見ることができると考えられる。

(2) 境界条件変更後

実験①については、燃焼開始 1020 秒後に 3 階開口部を開放した後は、TK-2, 3, 5 に見られる以外は実験ではほとんど開口部の開放の影響が少なく、計算値は変化の幅を過剰に見積もる傾向がある。

実験②、③については、燃焼開始 300 秒後に 3 階開口部を開放した時の温度については、

TK-3, 5 では、計算値は急な温度上昇を示すが、それは一瞬で、一旦開口直前の温度から緩やかに上昇し、その後の温度変化は同様の傾向を示す。燃焼開始 420 秒後でも同様の傾向があるが、開口直後の急変がないのは、開口部が開放されたためと考えられる。燃焼開始 540 秒後での過剰な温度上昇を示すが、相関は認められる。

TK-9, 13 と火源から離れるに従って計算値が過剰に見積もる傾向が見られ、60-120 秒以降はあまりよい一致が見られない。

以上のことから、TK-2 は発熱速度の大きい反応で、火源近傍にあって火炎の揺らぎの影響を受けやすいと考えられるため計算値と実験値との相関は得にくい。TK-2 を除き、火源階層近くのものは比較的、変化の傾向に相関が認められる。

基本的には、開口部を開閉するような操作が入ると、温度の変化は、あまり定性的にも一致しない。ただし、熱気流の挙動を概観として得ることはできる。

6 まとめ

当報告では、堅穴空間を想定した実大火災実験に対して、非定常火源による開口部の開閉を考慮した場合の火

災シミュレーションソフト、FDS による火災性状の一環として、温度変化について検証を試みたものである。

以上をまとめると、

- 1) 火源付近 (火炎の揺らぎの影響の少ない場所) では、既報と同様に、火災発生初期では、温度については比較的よく一致している。
- 2) 設定火源が大きくなると温度がピークに達した後、計算値が低く見積もられる。
- 3) 開口部の開閉により、燃焼の状態変化も急激になり、実験値と一致しなくなる。

この火災シミュレーションの計算コードの特徴として、温度の変化に注目すると開口部の開閉等の境界条件の変化を付加せず、火災発生初期に限定した場合、比較的小さな発熱速度で設定した火源近くであれば、有為な程度で一致する結果となった。

これらの結果とは別に、計算結果を定性的なものとして扱うのであれば、延焼状況などの映像を検討用資料として、警防活動上の訓練や事例研究において利用するなど視覚的な教材として非常に有効な手段となると考えられる。

また、本ソフトを使用して火災シミュレーションを実施する際は、複雑な火災性状に関する入力パラメータや計算上の技術を念頭に置く必要があるため、熱に関する影響、理論等に習熟するための「道具」としても有効であると考えられる。今後のソフトウェアの改良やコンピュータの発展により、精度も向上すると考えられる。

謝辞

実験にご協力くださった多数の方々、火災シミュレーションを使用するにあたってご指導下さった方々に対し、この場を借りて深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 飯田他：煙流動状況の把握と煙流動シミュレーションに関する調査研究 (第 1 報)、p. 1-7, 消防科学研究所報第 41 号 (2004)
- 2) 森尻他：堅穴区画の煙流動等に関する調査研究 (都営芝浦第二アパート実大火災実験)、p. 1-7, 消防科学研究所報第 40 号 (2003)
- 3) 飯田他：コンテナ容器内等の可燃物の燃焼性状、日本火災学会、平成 15 年度研究発表会概要集 (2003)
- 4) 東京消防庁火災予防審議会編：建物の防火特性に応じた防火安全性の総合評価、火災予防審議会答申 (2001)
- 5) <http://fire.nist.gov/fds/>
- 6) McGrattan (Editor): NIST Special Publication 1018, Fire Dynamics Simulator (Version 4) Technical Reference Guide

Inspection Verification Regarding Understanding Smoke Flux Conditions and Smoke Flux Simulations (Third Report)

On Temperature Distribution and Changes in Thermal Currents
in Vertical Shafts

Akihiko Iida*, Hiroshi Morijiri**, Isao Tomita***,

Eiichiro Fujita*, Youichi Sugawara****

Abstract

In relation to this study, in order to review the application of fire simulations to firefighting operations, we compared and verified temperature changes and smoke flux changes measured in actual-size test fires under relatively easy experiment conditions with the calculated predictions of these fire conditions obtained in simulations.

In this report, using a Fire Dynamics Simulator (FDS), a fire simulation software, we carried out verifications to confirm whether it is possible to simulate fires with complicated conditions using the fire simulation software. We compared the experimental values of the changes in burning patterns and the opening-and-closing conditions of the openings of the vertical shaft with their calculated values obtained in the simulation, assuming that the temperature changes and smoke flux changes in actual-size test fires indicate the thermal current behavior.